

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-233778

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

A 6 1 B 17/36

A 6 1 N 5/06

H 0 1 S 3/18

識別記号

3 5 0

庁内整理番号

7507-4C

E 7638-4C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-24238

(22)出願日 平成5年(1993)2月12日

(71)出願人 000109543

テルモ株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号

(72)発明者 三澤 裕

神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500番地

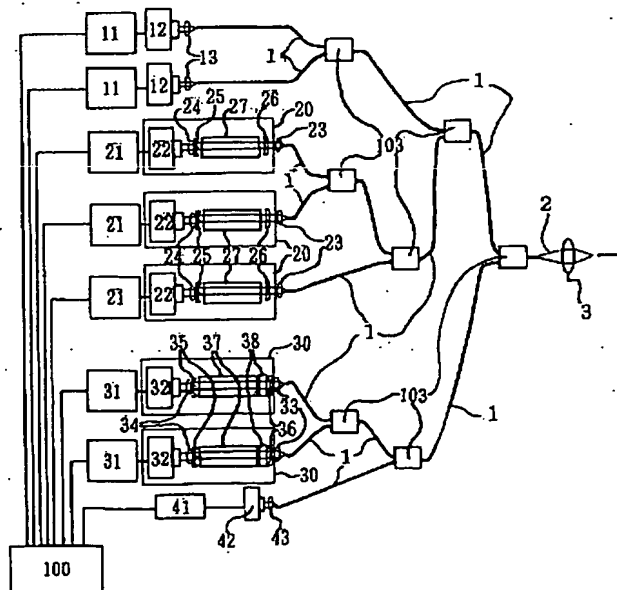
テルモ株式会社内

(54)【発明の名称】 レーザ診断治療用レーザ装置

(57)【要約】

【目的】 診断及び治療に十分な高出力であり、複数の波長のレーザ光を同じ光軸の光ファイバから出力でき、可搬性、特に携帯性に優れたレーザ診断治療用レーザ装置を提供することを目的とする。

【構成】 医療用に用いるレーザ診断治療用レーザ装置であって、半導体レーザ12と半導体励起固体レーザ20と波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ30とから選ばれたレーザ光源と、前記レーザ光源の各々から発振したレーザ光を導く光学部材1と、前記光学部材が導いた少なくとも2つのレーザ光を重畳して出力する光合波手段103を有することにより、医療用に用いられる少なくとも2種類の波長のレーザ光を別々または同時に発振することができる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザー、半導体励起固体レーザーから選ばれる複数個からなり、医療用に用いられる少なくとも2種類の波長のレーザー光を発振するレーザー発振光源と、

前記複数個のレーザー発振光源から発振したレーザー光を導く光学部材と、

前記光学部材により導かれた少なくとも2つのレーザー光を重畳し、重畳された前記レーザー光を出力する光合波手段と、

を有することを特徴とするレーザー診断治療用レーザー装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザー光を用いて診断及び治療を行うレーザー診断治療器で使用されるレーザー装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】医療用レーザー診断治療器で使用されるレーザー光源として、炭酸ガスレーザー、アルゴンレーザー、エキシマレーザー等の気体レーザーやネオジウムヤグレーザ、ルビーレーザー等の固体レーザー、そして波長可変レーザーである色素レーザー等が使用されている。通常、上記レーザー光源を用いたレーザー診断治療器のレーザー装置は、レーザーを発振させるためのレーザー駆動用電源として交流200Vを必要としている。また、電力からレーザー光へのエネルギー変換効率が悪いので、レーザー装置へ供給される電力の大半を熱として放出しなければならない。

【0003】したがって、従来のレーザー診断治療装置では、交流100V以外の電源設備の他、大量に発生する熱を冷却するための冷却水や熱交換器等の各種施設及び装置が必要となるため、装置本体が大きく重量物になる等のため設置に制限を受けていた。

【0004】さらに、上記問題のため複数の波長をもつレーザー光を同時に発振することは大変困難であり、通常は、一機種で一度に一波長のレーザー光しか出力できないでいた。

【0005】一方、レーザー光を医療用に転用し診断及び治療に用いる場合、レーザー光の生体への作用はレーザー光の波長によって異なっていることを考慮して、これらの特徴を利用することが望ましい。

【0006】例えば、生体組織の切開（レーザーメス）には組織への吸収率が高い発振波長10.6 $\mu$ mのレーザー光を発振する炭酸ガスレーザーが適しており、組織の凝固、止血には生体組織浸透性の高い発振波長1.06 $\mu$ mのレーザー光を発振するネオジウムヤグレーザが適していると言われている。またレーザー光によるアザの治療にもアザの種類に適したレーザー波長があり、ここではルビーレーザーや色素レーザーが使用されている。

【0007】さらに癌親和性光感受性薬剤を用いた癌の

2

診断及び治療の場合では、血中投与された癌親和性光感受性薬剤を癌細胞に取り込まれるように癌細胞に集積させる。次に、消化器系や呼吸器系等に挿入した内視鏡等の先端から目的にあった波長のレーザー光を癌細胞に照射することで前記薬剤を励起し蛍光を発生させて患部の位置を確認したり、前記薬剤が癌細胞へ殺癌作用を引き起こす波長のレーザー光を照射して殺癌効果を発生させたりしている。

【0008】以上のように、医療用の診断や治療にレーザー光を利用する場合、用途に合わせて適した波長のレーザー光を使用しなければならず、従来は目的に応じた波長のレーザー光を発振するレーザー装置を個々に揃えることが必要であった。

【0009】そこで一つのレーザー装置で同じ光軸の出力端から数種の波長のレーザー光を出力するレーザー診断治療装置、例えば、炭酸ガスレーザーとネオジウムヤグレーザを同一筐体に組み込み、必要に応じ出力レーザー光を切り替えることで使用するレーザー光の波長を選択できるレーザー治療装置（日本赤外線工業製）やネオジウムヤグレーザとレーザー光の波長を変換する素子（KTP結晶）を組み合わせたレーザー手術装置（米国Laserscope社製）等が市販され始めた。

【0010】図2に多波長発振の従来の実施例を示す。本実施例では、波長の異なる異種のレーザー発振源、例えば炭酸ガスレーザー200とネオジウムヤグレーザ201、を同一筐体に入れ、両者の光路をダイクロイックミラー203を切り替えることにより異なる波長のレーザー光を得ている。しかしながら、上記の市販されているレーザー装置は炭酸ガスレーザー200やネオジウムヤグレーザ201を用いているため、前述したようにレーザー光発振のための交流200V電源や多量に発生する熱を冷却するための各設備が必須であった。このため一つのレーザー装置から複数の波長のレーザー光が出力されるようになっても、レーザー装置本体は大型で、装置の設置は大掛かりなものになり、装置の設置や経済的な問題が生じるので容易にレーザー光を診断及び治療に利用することができずにいた。

【0011】これらの問題点を解決するために、交流100Vで駆動できる、高出力の半導体レーザーおよび半導体励起固体レーザーをレーザー診断治療装置に用いたレーザー装置が提案されている。このような半導体レーザーは、レーザー光の発振効率が比較的高いため空冷による冷却が可能であり、冷却水による冷却を必要としない。このためレーザー装置を小型化、かつ搬送可能にできる。しかし、現状の半導体レーザーおよび半導体励起固体レーザーは、1個の半導体レーザーで治療に必要な数〜数十Wの出力を得ることは困難であり、複数個の半導体レーザーおよび半導体励起固体レーザーからのレーザー光を光学的に合成して利用可能な高出力のレーザー光を得ることが提案されている。

50

(3)

3

【0012】レーザ光を合成する従来の技術として、例えば特開平3-55号公報或いは国際特許出願公開公報WO92/02844号公報等がある。

【0013】前記特開平3-55号公報に開示された発明の概略構成を示す図3では、複数の半導体レーザ302はそれぞれ対応するレーザドライバ301により駆動され、各半導体レーザより出力されたレーザ光は、反射ミラー（ハーフミラー）303のそれぞれで反射して重畳し集光レンズ304により集光され、この集光されたレーザ光が光ファイバ305に入射している。以上のように集光され、光ファイバから出力されるレーザ光は、患者の患部に照射されて治療に使用される。

【0014】前記国際特許出願公開公報WO92/02844号公報に開示された発明の概略構成を示す図4も同様に、半導体レーザ402のそれぞれから出力されたレーザ光は、それぞれ反射ミラー403で反射し、集光レンズで集光され光ファイバ405に照射しており、前記光ファイバ405内で重畳している。

【0015】しかし、以上のような従来例では、複数個の半導体レーザからの同じ波長のレーザ光を光学的に合成して高出力を得たり、複数の波長のレーザ光を重畳している。

【0016】したがって、個々の半導体レーザから出力されるレーザ光を反射ミラーや集光レンズを用いて1本の光軸に重畳したり、光ファイバに集光しているために光学回路の微妙な調整が必要となる。この場合、レーザ光の振幅や光学回路の誤差等により、所定の性能が得られなくなることが考えられる。また、このための光学回路を構成し、耐振動性を保持させる場合には、光学定盤や各種固定具等の重量物が必要となるので装置全体の重量が重くなり、可搬性、特に携帯性が悪くなる。さらに、光学回路構成の自由度が低くなるために、装置本体の寸法が大きくなることが考えられる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来例に鑑みてなされたもので、簡易な光学回路を用いることで、光学回路の耐振動性を良好にし、装置本体の小型軽量化を行い、医療用の診断及び治療に十分な高出力が得られるとともに、複数の波長のレーザ光を同じ光軸の光ファイバから出力でき、可搬性、特に携帯性に優れたレーザ診断治療用レーザ装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のレーザ診断治療用レーザ装置は以下のような構成を備える。即ち、半導体レーザ、半導体励起固体レーザから選ばれる複数個からなり、医療用に用いられる少なくとも2種類の波長のレーザ光を発振するレーザ発振光源と、前記複数個のレーザ発振光源から発振したレーザ光を導く光学部材と、前記光学部材により導かれた

4

少なくとも2つのレーザ光を重畳し、重畳された前記レーザ光を出力する光合波手段とを有する。

【0019】また本発明の実施態様によれば、レーザ装置内のレーザ発振光源の内、少なくとも1個はレーザ光のガイド用可視レーザ光を発振する低出力の可視半導体レーザ光源またはLEDである。

【0020】さらに、本発明の実施態様によれば、レーザ装置本体から出力されているレーザ光の異なる波長に対応してガイド用可視光の色がすべて異なるようにするか、またはレーザ光の異なる波長に対応してガイド用可視光をすべて異なるような点滅状態にするようなガイド用可視光源を具備することによって、レーザ診断治療用レーザ装置から出力されているレーザ光の波長をレーザ光を見るだけで認識できるようにしてもよい。

【0021】

【作用】図1に本発明のレーザ診断治療用レーザ装置のブロック図を示す。

【0022】半導体レーザ12から発振されたレーザ光は、集光レンズ13で光ファイバ1に集光し光合波素子103に導かれる。半導体励起固体レーザ20では、例えば前記半導体レーザと同様の半導体レーザ22からレーザ光が発振すると、前記レーザ光が集光レンズ24により固体レーザロッド27に集光され、前記固体レーザロッド27を励起する。励起状態になった前記固体レーザロッド27は、固体レーザロッドの各固体物質によって固有な波長をもつレーザ光を放射する。前記放射されたレーザ光は、反射ミラー25と出力ミラー26等から構成される共振器内で増幅された後、出力ミラー26を通過して集光レンズ23で光ファイバ1に集光されて光合波素子103に導かれる。

【0023】半導体励起固体レーザは、半導体励起固体レーザ20のみでも発振光源として使用できるが、波長変換素子と組み合わせても使用できる。

【0024】この場合、半導体励起固体レーザに波長変換素子を組み合わせたレーザ30では、半導体レーザ32よりレーザ光が発振すると、前記レーザ光は集光レンズ34により固体レーザロッド37に集光され、前記固体レーザロッド37を励起する。励起状態となった前記固体レーザロッド37は、固体レーザロッドの各固体物質によって固有な波長をもつレーザ光を放射する。前記レーザ光は、反射ミラー35と出力ミラー36等から構成される共振器内で増幅されるが、このとき前記レーザ光は、固体レーザロッドと出力ミラーの間に設置された波長変換素子38を通過することで固体レーザ発振波長の1/2（第2高調波）、又は1/3（第3高調波）、又は1/n（第n高調波：nは自然数）に変換され、出力ミラー36を通過後、集光レンズ33で光ファイバ1に集光されて光合波素子103に導かれる。

【0025】各々のレーザ光は、段階的に或いは一括で光合波素子によって重畳されて最終的に1本の光ファイ

(4)

5

バ2に導かれる。

【0026】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施例を詳細に説明する。

【0027】図5は、本発明の実施例のレーザ診断治療装置に使用される半導体レーザ装置の概略構成を示す図で、本実施例に示すレーザ診断治療装置は、ガイド用の可視レーザまたはLED光を除く3種類の波長のレーザ光が出力されるようになっている。

【0028】図5に示す本実施態様によれば、前記半導体レーザ装置はレーザコントローラ100により制御されており、レーザコントローラ100はレーザドライバ11、21、31、及び41のそれぞれを制御している。レーザドライバ11は互いに同じ波長のレーザ光を発振する半導体レーザ12を、レーザドライバ21は半導体レーザ12が発振するレーザ光の波長とは異なるが互いに同じ波長のレーザ光を発振する半導体励起固体レーザ20を、レーザドライバ31は上記2種類のレーザ発振器が発振するレーザ光の波長とは異なるが互いに同じ波長のレーザ光を発振するような波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ30を、レーザドライバ41は可視レーザ光を発振するガイド用可視光レーザ42をそれぞれ駆動している。

【0029】例えば、GaAlAsやInGaAs等の半導体レーザ12から発振したレーザ光は、集光レンズ13で光ファイバ1の入射口に集光され、光ファイバ1内を導光する。

【0030】前記半導体励起固体レーザ20と波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ30の構成の概略を説明する。

【0031】固体レーザ励起用半導体レーザ22は、それぞれ対応するレーザドライバ21によって駆動され、レーザ光を発振する。発振した前記レーザ光は集光レンズ24で集光され、例えばNdYAG、HoYAG、YLF等の固体レーザロッド27に照射し、前記固体レーザロッド27を励起する。励起状態になった前記固体レーザロッド27は、それぞれ固体レーザロッドに固有な波長を持つレーザ光、例えば固体レーザロッド27が、NdYAGであれば1.06 $\mu$ m、HoYAGであれば2.1 $\mu$ m、YLFであれば1.047 $\mu$ mの波長のレーザ光を放射する。レーザロッド27から放射されたレーザ光は、各半導体励起固体レーザに内蔵された反射ミラー25と出力ミラー26で構成される共振器で増幅された後に出力ミラー26を通過する。以上のように半導体励起固体レーザ20から発振したレーザ光は、集光レンズ23で光ファイバ1の入射口に集光され、光ファイバ1内を導光する。

【0032】一方、半導体励起固体レーザに、例えばKTP、LBO、LiNbO<sub>3</sub>、BBO等の波長変換素子38を組み合わせた半導体励起固体レーザ30では、固

6

体レーザ励起用半導体レーザ32が、それぞれに対応するレーザドライバ31によって駆動され、レーザ光を発振している。発振された前記レーザ光は集光レンズ34で集光され、例えばNdYAG、HoYAG、YLF等の固体レーザロッド37に照射し、前記固体レーザロッド37を励起する。励起状態になった前記固体レーザロッド37は、それぞれ固体レーザロッドに固有な波長を持つレーザ光、例えば固体レーザロッドが、NdYAGであれば1.06 $\mu$ m、HoYAGであれば2.1 $\mu$ m、YLFであれば1.047 $\mu$ mの波長をもつレーザ光を放射する。

【0033】前記レーザ光は半導体励起固体レーザ20同様、反射ミラー35と出力ミラー36等から構成される共振器内で増幅されるが、このとき前記レーザ光は、固体レーザロッドと出力ミラーの間に設置された波長変換素子38を通過することで固体レーザ発振波長の1/2（第2高調波）、又は1/3（第3高調波）、又は1/n（第n高調波：nは自然数）に変換されるので、波長が変換したレーザ光が、出力ミラー36を通過して集光レンズ33で光ファイバ1に集光されて光合波素子103に導かれる。

【0034】さらに、レーザドライバ41によって駆動されるガイド用可視レーザ42から発振した可視レーザ光は、集光レンズ43で光ファイバ1の入射口に集光され、光ファイバ1内を導光する。

【0035】各々の半導体レーザ12、半導体励起固体レーザ20、波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ30そしてガイド用可視レーザ42から発振し、各々の光ファイバ1で伝送されたレーザ光は、前記光ファイバが接続している光合波素子103内で他のレーザ光と重畳し、更に1本の光ファイバで次の光合波素子に伝送され、そこでまた他の光合波素子103によって重畳された他のレーザ光と更に重畳される。このように重畳によってすべてのレーザ光が合波されたレーザ光2は、集光レンズ3で光ファイバコネクタ4に接続された光ファイバ5に導かれる。前記レーザ光は光ファイバを通してレーザ装置から出力され、術者が操作するマニピュレータ及びハンドピース等を通して診断や治療に用いられる。

【0036】尚、光ファイバ1の材質は石英硝子やポリメタクリル酸アクリレート等が好適である。

【0037】これらのレーザ光は必要に応じて、単一波長での照射または複数波長の同時照射を行うことが可能である。レーザ波長の選択はレーザ選択スイッチ101で行い、照射スイッチ102をONすることでレーザコントローラ100が必要なレーザドライバ11～41を駆動して、レーザ光が照射される。レーザ選択スイッチ101はレーザ装置本体に具備されていてもよいが、マニピュレータ及びハンドピース等に具備し、術者が診断及び治療を行いながら容易にレーザ光の選択をできるよ

7

うにしてもよい。

【0038】診断及び治療用の半導体レーザや半導体励起固体レーザが発振するレーザ光の多くは、近赤外光の不可視光を用いるために、レーザ光の照射位置が確認できない。したがって本実施態様では、診断治療用レーザ光の照射位置を示すためのガイド用の可視レーザ光を用いているが、可視光レーザの代わりにLEDを用いてもよい。

【0039】さらに、本発明の実施態様によれば、レーザ装置本体から出力されているレーザ光の異なる波長に対応してガイド用可視光の色がすべて異なるようにするか、またはレーザ光の異なる波長に対応してガイド用可視光をすべて異なるような点滅状態にするようなガイド用可視光源を具備することによって、レーザ診断治療用レーザ装置から出力されているレーザ光の波長をレーザ光を見るだけで認識できるようにしてもよい。

【0040】本実施例のように3種類の波長のレーザ光が出力できるレーザ装置の場合、例えば切開・凝固作用がある750～950nmの波長を有するレーザ光を出力できる半導体レーザと、止血作用があり1.06μmの波長を有するレーザ光を出力できる半導体励起NdYAGレーザまたは切開・蒸散作用があり2.1μmの波長を有するレーザ光を出力できる半導体励起HoYAGレーザと、止血・切開作用がある波長変換素子KTPを組み合わせた半導体励起NdYAGレーザの3種類が考えられる。上記3種類の波長のレーザ光はそれぞれ別々に用いて、各用途に利用してもかまわないし、各波長を任意に合成したりして光化学治療等に利用することもできる。

【0041】図6～図8は、本実施例の光合波素子の具体的構造を示す図である。

【0042】図6は、2本の光ファイバ61が溶融した溶融型ファイバ60であり、2本の光ファイバ61を溶融して1本の光ファイバ62に結合したものである。このファイバは、接合部が無いためにエネルギー伝達ロスが少ないのが特徴である。

【0043】図7は、光ファイバを束にして結合する（ファイバのバンドルによるカップリング）場合を示している。この方式では、2本の光ファイバ71同士をそのままカップリングする他に、レーザ光73を導光する複数の光ファイバの径を細くすることで、同時に複数の光ファイバからのレーザ光を重畳して1本の光ファイバ72を通して出力することが可能である。

【0044】図8は、円柱レンズ85を用いて光ファイバ81からのレーザ光83をカップリングする場合を示し、この場合も図7の場合と同様に、レーザ光83を導光する光ファイバの径を細くすることで、同時に複数の光ファイバからのレーザ光を重畳して1本の光ファイバ82を通して出力することが可能である。

【0045】尚、図6～図8では、2本の光ファイバ6

(5)

8

1、71、81からの光を重畳する光合波素子の場合を説明しているが、本発明においてはこれに限定されるものではなく、2本以上の光ファイバで導光されたレーザ光を重畳できる光合波素子を用いてもよいことは言うまでもない。

【0046】また、本実施例で示した半導体レーザ12、半導体励起固体レーザ20そして波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ30の数や光合波素子103の数などは前述の実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能であることも言うまでもない。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明の実施態様によれば、複数個かつ複数波長の半導体レーザや半導体励起固体レーザ及び波長変換素子を組み合わせた半導体レーザ、半導体励起固体レーザと光合波素子を用いることで、従来の問題点が以下のような点で改善される。このため医療用レーザ装置が容易に利用できるようになり、臨床現場での用途が増え、医療技術の発展に寄与すると考えられる。

【0048】①診断治療に必要な波長を任意に選ぶことができる。

【0049】②波長の異なるレーザ光の組み合わせにより診断と治療を交互にまたは同時に行うことができる。

【0050】③レーザ診断治療装置が小型、軽量になる。

【0051】④レーザ診断治療装置の耐震性が向上し持ち運びが可能となる。

【0052】⑤交流100V電源使用で、かつ発振効率の高い半導体レーザを使用するために、大きな冷却設備が不要であり、設置場所に制限を受けない。

【0053】⑥レーザ素子を増設することで容易に高出力を得ることができる。

【0054】⑦半導体レーザや半導体励起固体レーザを用いることで、将来的に価格を下げられる可能性がある。

【0055】⑧非線形光学素子を用いることで、半導体レーザや半導体励起固体レーザでは実現困難な短波長を発生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザ診断治療用レーザ装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】従来のレーザ光源、例えば炭酸ガスレーザとネオジウムヤグレーザ、を組み合わせたレーザ装置の概略構成を示す図である。

【図3】ハーフミラーと集光レンズを組み合わせる半導体レーザから発振したレーザ光を増幅させる従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す図である。

【図4】反射ミラーと集光レンズを組み合わせる半導体レーザから発振したレーザ光を増幅させる従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す図である。

50

(6)

9

【図5】本発明実施例の実施態様のレーザ診断治療装置に使用される半導体レーザ光源の概略構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施例で用いられる溶融型ファイバによる光合波素子の構成を示す図である。

【図7】本発明の実施例で用いられる光ファイバを束にして結合した光合波素子の構成を示す図である。

【図8】本発明の実施例で用いられるレンズカップリングを利用した光合波素子の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1、5 光ファイバ  
 2 1つに重畳したレーザ光  
 4 光ファイバコネクタ  
 11、21、31、41 レーザドライバ  
 12、22、32、42 半導体レーザ  
 20 半導体励起固体レーザ  
 30 波長変換素子を組み合わせた半導体励起固体レーザ  
 3、13、23、24、33、34、43 集光レンズ  
 25、35 反射ミラー

26、36 出力ミラー

27、37 固体レーザロッド

60 溶融型光合波素子

61、62、71、72、81、82 光ファイバ

63、73、83 入力レーザ光

64、74、84 出力レーザ光

70 バンドル型光合波素子

80 レンズカップリング型光合波素子

100 レーザコントローラ

101 レーザ選択スイッチ

102 レーザ照射スイッチ

200 炭酸ガスレーザ

201 ネオジウムヤグレーザ

202 反射ミラー

203 ダイクロイックミラー

204、304、404 集光レンズ

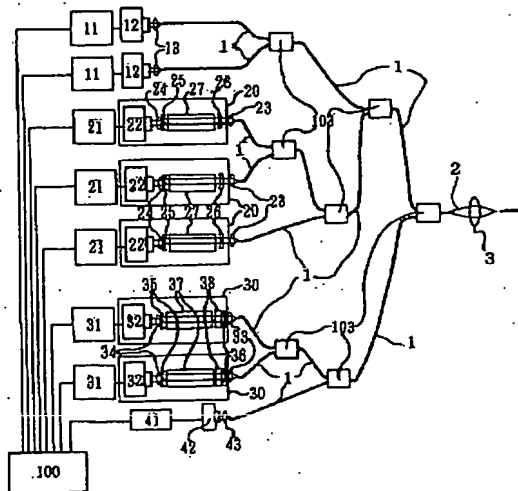
205 305、405 光ファイバ

301、401 レーザドライバ

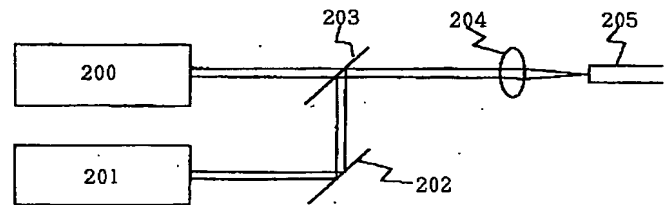
302、402 半導体レーザ

20

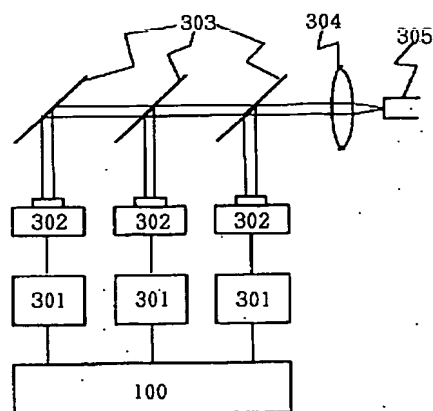
【図1】



【図2】

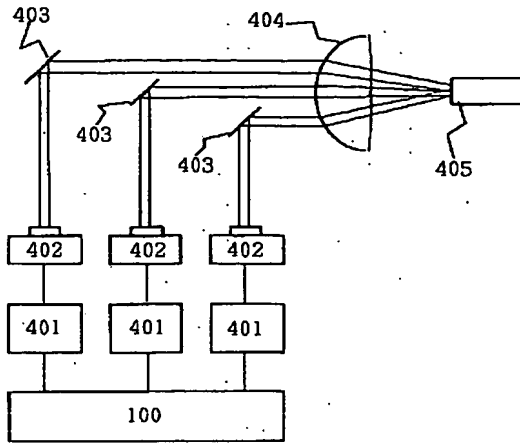


【図3】

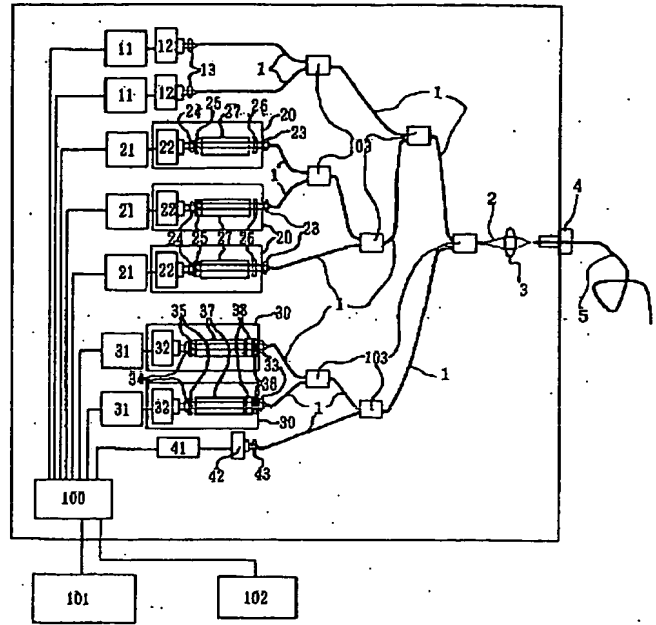


(7)

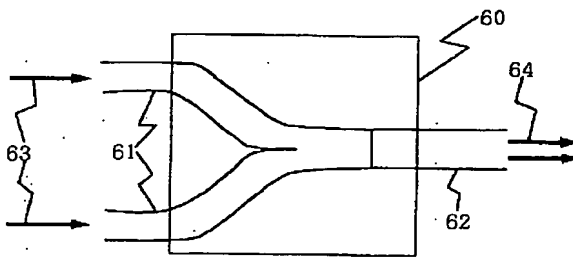
【図4】



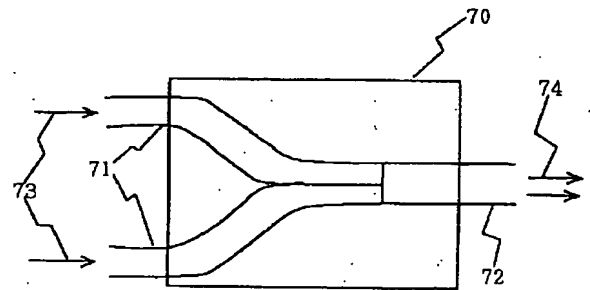
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

